

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

J1046 U.S. PTO

10/067286



02/07/02

G521 US  
#4 Priority  
JAC  
D74J(G)Fr  
6-15-00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 8月23日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-253537

出 願 人

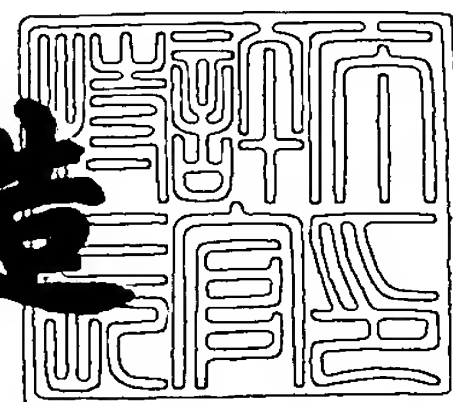
Applicant(s):

三菱電機株式会社

2001年 9月20日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3086662

【書類名】 特許願

【整理番号】 532618JP01

【提出日】 平成13年 8月23日

【特記事項】 特許法第30条第1項の規定の適用を受けようとする特  
許出願

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/12

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会  
社内

    【氏名】 阿部 真司

【発明者】

    【住所又は居所】 兵庫県姫路市御立東2丁目30番2号

    【氏名】 小久保 吉裕

【特許出願人】

    【識別番号】 000006013

    【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100082175

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 高田 守

    【電話番号】 03-5379-3088

【選任した代理人】

    【識別番号】 100066991

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 葛野 信一

    【電話番号】 03-5379-3088

【選任した代理人】

    【識別番号】 100106150

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 英樹

【電話番号】 03-5379-3088

【選任した代理人】

【識別番号】 100108372

【弁理士】

【氏名又は名称】 谷田 拓男

【電話番号】 03-5379-3088

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049397

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 高周波用導波路とその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 誘電率の異なる複数の柱体が軸中心側の誘電率が低くなるように同心状に配設された所定の長さの誘電体棒が、この誘電体棒の軸中心が平面的な規則性を有するように複数層の層状に配設された第 1 の高周波反射壁と、

この第 1 の高周波反射壁に誘電体を介して並行して対向するとともに、誘電率の異なる複数の柱体が軸中心側の誘電率が低くなるように同心状に配設された所定の長さの誘電体棒が、この誘電体棒の中心が平面的な規則性を有するように複数層の層状に配設された第 2 の高周波反射壁と、

この第 1、第 2 の高周波反射壁を構成する誘電体棒の端面を介して互いに対向し、上記第 1、第 2 の高周波反射壁を構成する誘電体棒の両端面それぞれに結合された導体板と、  
を備えた高周波用導波路。

【請求項 2】 誘電体棒が円柱状であることを特徴とする請求項 1 記載の高周波用導波路。

【請求項 3】 誘電体棒を中空状としたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の高周波用導波路。

【請求項 4】 第 1 の高周波反射壁と第 2 の高周波反射壁との間の誘電体が空気であることを特徴とした請求項 1 または 2 に記載の高周波用導波路。

【請求項 5】 第 1、第 2 の高周波反射壁それぞれの最外層の誘電体棒の外側に金属壁をさらに配設したことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の高周波用導波路。

【請求項 6】 金属壁が誘電体棒と同じ長さの金属棒を上記誘電体棒に沿って配設した金属棒列で構成されたことを特徴とする請求項 5 記載の高周波用導波路。

【請求項 7】 誘電率の異なる複数の柱体が軸中心側において誘電率が低くなるように同心状に配設された所定の長さの誘電体棒を、この誘電体棒の中心が平面的な規則性を有する複数層の層状に積層し、第 1、第 2 の高周波反射壁を形

成する工程と、

第 1、第 2 の高周波反射壁を誘電体を介して並行して対向させ、これら第 1、第 2 の高周波反射壁を構成する誘電体棒の端面を介して導体板を対向させ、上記第 1、第 2 の高周波反射壁を構成する誘電体棒の両端面それぞれに上記導体板を結合する工程と、

を含む高周波用導波路の製造方法。

【請求項 8】 第 1、第 2 の高周波反射壁それぞれの最外層の誘電体棒の外側に金属壁を形成する工程をさらに含むことを特徴とする請求項 7 記載の高周波用導波路の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

この発明は、高周波用導波路とその製造方法に係り、特にマイクロ波、ミリ波、サブミリ波帯の電磁波が伝搬する導波路とその製造方法に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

マイクロ波、ミリ波、サブミリ波帯の電磁波（以下、高周波という）の導波路として、導波管や金属と誘電体とを組み合わせたハイブリッド導波路が使用されている。金属と誘電体とを組み合わせた導波路として金属板 2 枚の間に誘電体を挟んだ N R D（nonradiative dielectric）ガイドが使用されている。例えば公知文献として、IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, VOL. MTT-29, NO. 11, NOVEMBER 1981, PP. 1188-1192 や IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, VOL. MTT-32, NO. 8, AUGUST 1984, PP. 943-946、がある。

【 0 0 0 3 】

この N R D ガイドは導波路の曲がりの部分での放射損が生じないという特長を有しているが、導波路の遮断周波数近くで使用するため伝搬損失が大きい。この他に放射損の少ない導波路としてフォトニック・バンド結晶構造を用いた導波路が研究されている。

フォトニック・バンド結晶構造とは、結晶が電子をコントロールするのと同じように、高い誘電率比の誘電体周期構造を有した人工的な結晶を作成し、あるエネルギー領域で、その伝搬が禁止される事象を起こすことができる構造のことである。このフォトニック・バンド結晶構造の一部に周期構造を乱す部分を形成するとこの欠陥部分にのみ、エネルギーが伝搬し、エネルギーの伝播路とすることができる。

【 0 0 0 4 】

フォトニック・バンド結晶構造を光伝送の導波路とする公知文献としては、NATURE, VOL 386, 13 MARCH 1997がある。

また、特開 2 0 0 0 - 3 5 2 6 3 1 号公報には、フォトニック結晶及びその製造方法についての記載があり、これは光伝送の分野で用いられるフォトニック結晶としての 2 次元的に蜂の巣格子状に配列された誘電体からなる完全バンドギャップに、機械的強度を高めるために三角格子状に配列された円柱状誘電体を組み合わせたものである。

【 0 0 0 5 】

さらに、特開平 1 1 - 2 1 8 6 2 7 号公報には、フォトニック結晶導波路およびその製造方法についての記載があり、これは光通信の分野で用いられるフォトニック結晶導波路をシリコン基板上に石英ガラスや高分子材料で形成したスラブ光導波路を形成したものである。このスラブ光導波路は中央の光導波領域の両側に三角格子状や六角格子状に屈折率の異なる材料を配列し屈折率変化領域を設けたものである。しかしながらこれらのフォトニック結晶導波路は光の導波に関する技術である。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

図 7 はフォトニック・バンド構造による従来の高周波用導波路の斜視図である。

図 7 において、1 0 0 は高周波導波路で、1 0 2 はセラミックなどの誘電体、1 0 4 は空気円柱でこの空気中の配列がフォトニック・バンド結晶構造をしている。1 0 6 は空気円柱 1 0 4 に直交する方向に、誘電体 1 0 2 の両端面において

接合された金属板である。図 7 において金属板 1 0 6 にハッチングを施しているのは断面を示すものではなく、2 枚の金属板 1 0 6 と誘電体 1 0 2 の位置関係を明確にするためのものである。

#### 【 0 0 0 7 】

図 8 は図 7 の V I I I - V I I I 断面における高周波導波路 1 0 0 の断面図である。V I I I - V I I I 断面は空気円柱 1 0 4 に直交する断面である。

図 8 において、1 0 8 は高周波反射領域、1 1 0 は高周波伝搬領域である。

高周波が高周波導波路 1 0 0 内を伝搬すると、高周波反射領域 1 0 8 はフォトリック・バンド結晶構造に対応した高周波の伝搬を禁止するが、高周波伝搬領域 1 1 0 は空気円柱 1 0 4 が無くフォトリック・バンド結晶構造の欠陥となるために、この部分を高周波が伝搬可能となる。

#### 【 0 0 0 8 】

電磁波が高周波伝搬領域 1 1 0 を伝搬すると金属板 1 0 6 の接線方向の全方向の磁界による高周波電流が流れ、これがジュール熱の伝送損失になる。しかし磁界が主として高周波伝搬領域 1 1 0 の高周波伝送方向を持つモードについては、伝送損失は周波数が高くなるにつれて減少するために、通常は問題とはならない。

しかしながら、高周波伝搬領域 1 1 0 は誘電率の高い誘電体を用いているため誘電体損失が非常に大きくなる。

#### 【 0 0 0 9 】

図 9 は他のフォトリック・バンド構造による従来の高周波用導波路の斜視図である。図 7 及び図 8 と同じ符号は同一のものかまたは相当のものを示す。以下の図面の記載においても、同じ符号は同一のものかまたは相当のものを示す。

1 1 2 は高周波導波路、1 1 4、1 1 6 はセラミックなどの誘電体である。

また図 1 0 は高周波導波路 1 1 2 の図 9 の X - X 断面における部分断面図、図 1 1 は高周波導波路 1 1 2 の図 9 の X I - X I 断面における断面図である。

高周波導波路 1 1 2 では、高周波反射領域 1 0 8 は誘電体 1 1 4、1 1 6 に空気円柱 1 0 4 が規則的に配列された二つの独立した部分に分けて配設され、高周波伝搬領域 1 1 0 は空気の満たされた空間となっているので、この部分の誘電体



損失は小さくすることができる。

【 0 0 1 0 】

しかしながら、高周波導波路 1 0 0 や高周波導波路 1 1 2 のいずれの場合であっても、誘電体に所望の空気円柱 1 0 4 を形成してゆく作業は困難であり、高周波導波路 1 1 2 では高周波伝搬領域 1 1 0 を空間にするため、誘電体を取り除く加工が困難であり、大量生産に向いていなかった。

【 0 0 1 1 】

また電子情報通信学会論文誌 Vol.J84-C No.4, pp.324-325, 2001年4月にはアルミナを発泡スチロールで覆った円柱棒を三角格子配列にしたフォトリック結晶導波路を記載されているが、これは損失が多いものである。

【 0 0 1 2 】

この発明は上記の問題点を解消するためになされたもので、第 1 の目的は、損失が少なく構成が簡単で安価な高周波導波路を提供することであり、第 2 の目的は損失が少なく構成が簡単な高周波導波路を簡単な工程で製造する製造方法を提供することである。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る高周波用導波路は、誘電率の異なる複数の柱体が軸中心側の誘電率が低くなるように同心状に配設された所定の長さの誘電体棒が、この誘電体棒の軸中心が平面的な規則性を有するように複数層の層状に配設された第 1 の高周波反射壁と、この第 1 の高周波反射壁に誘電体を介して並行して対向するとともに、誘電率の異なる複数の柱体が軸中心側の誘電率が低くなるように同心状に配設された所定の長さの誘電体棒が、この誘電体棒の中心が平面的な規則性を有するように複数層の層状に配設された第 2 の高周波反射壁と、この第 1、第 2 の高周波反射壁を構成する誘電体棒の端面を介して互いに対向し、第 1、第 2 の高周波反射壁を構成する誘電体棒の両端面それぞれに結合された導体板と、を備えたもので、誘電体棒がフォトリック結晶構造を構成し、第 1、第 2 の高周波反射壁が誘電体棒の軸方向に対して垂直な電界成分をもつ所定の周波数帯の高周波を全て反射し、放射損失が少なく伝送損失の少ない高周波用導波路とすることがで



きる。

【 0 0 1 4 】

さらに、誘電体棒を円柱状としたもので、誘電体棒の形状を簡単なものとし、第 1、第 2 の高周波反射壁の構成を簡単な構成とすることができる。

【 0 0 1 5 】

さらに、誘電体棒を中空状としたもので、誘電体棒の軸中心側の誘電率の低い材料を空気とすることで誘電体棒の構成を簡単にすることができる。

またさらに第 1 の高周波反射壁と第 2 の高周波反射壁との間の誘電体を空気としたもので、簡単な構成で伝送損失を少なくすることができる。

【 0 0 1 6 】

さらに、第 1、第 2 の高周波反射壁それぞれの最外層の誘電体棒の外側に金属壁をさらに配設したもので、金属壁により誘電体棒の軸方向に平行な電界成分をもつ高周波を反射することができる。

【 0 0 1 7 】

さらに、金属壁を、誘電体棒と同じ長さの金属棒が誘電体棒に沿って配設された金属棒列で構成したもので、金属壁を誘電体棒に沿って配列しやすい簡単な構成にすることが出来る。

【 0 0 1 8 】

またこの発明に係る高周波用導波路の製造方法は、誘電率の異なる複数の柱体が軸中心側において誘電率が低くなるように同心状に配設された所定の長さの誘電体棒を、この誘電体棒の中心が平面的な規則性を有する複数層の層状に積層し、第 1、第 2 の高周波反射壁を形成する工程と、第 1、第 2 の高周波反射壁を所定の間隔をおいて並行して対向させ、これら第 1、第 2 の高周波反射壁を構成する誘電体棒の端面を介して導体板を対向させ、第 1、第 2 の高周波反射壁を構成する誘電体棒の両端面それぞれに導体板を結合する工程と、を含むもので、放射損失が少なく伝送損失の少ない高周波用導波路を簡単な工程で製造することができる。

【 0 0 1 9 】

さらに、第 1、第 2 の高周波反射壁それぞれの最外層の誘電体棒の外側に金属

壁を形成する工程をさらに含むもので、誘電体棒の軸方向に平行な電界成分をもつ高周波をも反射することができる高周波用導波路を簡単な工程で製造することができる。

# 【 0 0 2 0 】

## 【発明の実施の形態】

### 実施の形態 1.

図 1 はこの発明の一つの実施の形態に係る高周波用導波路の一部透過の部分斜視図である。図 2 は図 1 の I I - I I 断面における高周波用導波路の部分断面図、図 3 は図 1 の I I I - I I I 断面における高周波用導波路の断面図である。

# 【 0 0 2 1 】

図 1 において、10 は高周波用導波路で、フォトニック・バンド結晶構造を用いた導波路で、マイクロ波、ミリ波、サブミリ波帯における電磁波を伝搬するための導波路である。12 は第 1 の高周波反射壁としての第 1 誘電体壁、14 は第 2 の高周波反射壁としての第 2 誘電体壁で、第 1 誘電体壁 12 および第 2 誘電体壁 14 はフォトニック・バンド結晶構造をなしている。

# 【 0 0 2 2 】

16 は所定の間隔をおいて並行して配設された第 1 誘電体壁 12 と第 2 誘電体壁 14 との間に挟まれた高周波伝搬領域である。この実施の形態 1 は、この高周波伝搬領域 16 は単なる空間で、誘電体としての空気 16 a に満たされているが、必ずしも空気 16 a でなくても良く誘電率の低い材料であれば、高周波を低損失で伝搬できる。

# 【 0 0 2 3 】

18 は第 1 誘電体壁 12 や第 2 誘電体壁 14 を構成する基本要素である誘電体棒としてのアルミナ円柱である。この実施の形態では中心が空気柱 18 a とその外側を取り巻くアルミナ円筒 18 b とから構成されている。中心側は、空気柱 18 a の代わりにアルミナ円筒 18 b より誘電率の低い材料の円柱を持ってきてもよい。つまり誘電率の低い中心側円柱の外側を誘電率の高い材料の円筒で同心円状に取り巻いた、複数層の層構造であれば良く、また必ずしも円柱でない他の断面形状を有する柱体でもよい。

## 【 0 0 2 4 】

第 1 誘電体壁 1 2 や第 2 誘電体壁 1 4 はアルミナ円柱 1 8 を用いてフォトニック・バンド結晶構造を構成するために、アルミナ円柱 1 8 の軸中心が三角格子配列を構成するように 3 層に配列されている。このアルミナ円柱 1 8 の格子間隔は伝搬させる高周波の周波数によって適切な値が決定される。この格子配列は必ずしも三角格子配列でなくてもよく、六角格子配列など他の格子配列でも良い。また必ずしも 3 層である必要はなく、さらに層数を多くしても構わない。

## 【 0 0 2 5 】

2 0 は導体板としての金属板で、第 1 誘電体壁 1 2 および第 2 誘電体壁 1 4 を介して対向し、第 1 誘電体壁 1 2 および第 2 誘電体壁 1 4 を構成するアルミナ円柱 1 8 の両端で、金属板 2 0 それぞれが第 1 誘電体壁 1 2 および第 2 誘電体壁 1 4 と接着されている。図 1 において金属板 2 0 にハッチングを施しているのは断面を示すものではなく、2 枚の金属板 2 0 と第 1 誘電体壁 1 2 や第 2 誘電体壁 1 4 との位置関係を明確にするためのものである。後に述べる図 4 においても同様である。

## 【 0 0 2 6 】

図 2 において、矢印で示された寸法  $a$  は格子間隔を示す。

次に高周波用導波路 1 0 の製造方法の概略を説明する。

高周波の波長に対応したフォトニック・バンド結晶構造の格子間隔  $a$  と同じ直径をもち、所定の金属板 2 0 間隔に相当する高さの中空のアルミナ円柱 1 8 を用意し、高周波用導波路 1 0 の金属板 2 0 の平面形状に沿った形状にアルミナ円柱 1 8 の中心を並べ、アルミナ円柱 1 8 の外周を接すると共にアルミナ円柱 1 8 の両端を揃えて第 1 層のアルミナ円柱列を配列する。

## 【 0 0 2 7 】

次に第 1 層のアルミナ円柱列を構成する隣接する二つのアルミナ円柱 1 8 に共に外周で接するように第 2 層のアルミナ円柱 1 8 を配列してゆくと第 2 層のアルミナ円柱列を構成するアルミナ円柱も互いに接する。この 2 層で少なくとも三角格子配列が構成される。

さらに第 2 層のアルミナ円柱列を構成する隣接する二つのアルミナ円柱 1 8 に

共に外周で接するように第3層のアルミナ円柱18を配列して第3層のアルミナ円柱列を形成し、これらの第1層、第2層および第3層のアルミナ円柱列を接着材で接着する。これで第1誘電体壁12を形成する。

## 【0028】

次いで同様の方法で、第2誘電体壁14を形成し、第1誘電体壁12と第2誘電体壁14とを所定の間隔をあけて、誘電体壁を構成するアルミナ円柱18の円柱端面が金属板20に接するように配設し、金属板20と第1誘電体壁12、第2誘電体壁14とを接着し、さらにこの金属板20に第1誘電体壁12、第2誘電体壁14を介してもう一枚の金属板20を対向させ、この金属板20も第1誘電体壁12、第2誘電体壁14と接着する。

## 【0029】

また別の製造方法としては、誘電率の低い、例えば発泡スチロールのような材料で高周波伝搬領域16を形成し、この高周波伝搬領域16の両側に接して用意した中空のアルミナ円柱18を外周を接するように並べ、第1層のアルミナ円柱列を配列する。

次いで、第1層のアルミナ円柱列を構成する隣接する二つのアルミナ円柱18に共に外周で接するように第2層のアルミナ円柱18を配列してゆくと、第2層のアルミナ円柱列を構成するアルミナ円柱も各々互いに接した円柱列となり三角格子配列が形成される。

## 【0030】

さらに第2層のアルミナ円柱列を構成する隣接する二つのアルミナ円柱18に共に外周で接するように第3層のアルミナ円柱18を配列して第3層のアルミナ円柱列を形成する。

この様にして、高周波伝搬領域16に沿って、第1誘電体壁12および第2誘電体壁14を形成し、所定の導波路形状になるように高周波伝搬領域16第1誘電体壁12および第2誘電体壁14を整形し、接着剤で固着すると共に、第1誘電体壁12、第2誘電体壁14を介してもう二枚の金属板20を対向させ、この金属板20を第1誘電体壁12、第2誘電体壁14と接着する。

## 【0031】

これらの製造方法を採用することにより、伝送損失の少ない高周波用導波路を簡単な工程で製造することができる。

すなわちフォトリック・バンド結晶構造はアルミナ円柱 1 8 を配列することにより構成できるので製造方法が簡単である。マイクロ波、ミリ波、サブミリ波においては、フォトリック・バンド結晶構造の結晶格子間隔は mm オーダーとなるので、光のフォトリック・バンド結晶構造と異なり写真製版技術やエッチング技術を駆使する必要が無く、アルミナ円柱 1 8 を周期的に配列するだけでフォトリック・バンド結晶構造を製造することができ、数十 cm や数 m などの長距離の高周波用導波路を容易に製造することができ、大量生産が可能となる。

#### 【 0 0 3 2 】

次に高周波用導波路 1 0 の動作について説明する。

高周波用導波路 1 0 の入力・出力部にはホーンが結合され、高周波が入・出力される。

高周波用導波路 1 0 の第 1 誘電体壁 1 2 および第 2 誘電体壁 1 4 は中空のアルミナ円柱 1 8 を三角格子配列に配列したフォトリック・バンド結晶構造をしている。従ってこの第 1 誘電体壁 1 2 および第 2 誘電体壁 1 4 では、フォトリック・バンド結晶構造に対応した周波数帯域の高周波の伝搬が禁止される。しかし高周波伝搬領域 1 6 では、フォトリック・バンド結晶構造が乱れた状態の欠陥部分に相当するため、この高周波伝搬領域 1 6 において入力された高周波が伝搬させられる。

#### 【 0 0 3 3 】

つまり、アルミナ円柱 1 8 の軸方向に対して垂直な電界成分をもつ平面電磁波に対しては、フォトリック・バンド結晶構造に対応した周波数帯域の高周波に対して全て反射し、高周波伝搬領域 1 6 に沿って高周波の電磁波は伝搬せざるを得ない。そしてこの高周波伝搬領域 1 6 は、空気のような誘電率の低い誘電体で満たされているので、高周波帯においても、伝送損失が小さくなる。

#### 【 0 0 3 4 】

また、従来あった誘電率の高い円柱の周りを誘電率の低い円柱で囲んだ誘電体棒を三角格子状に配列した I 型導波路（仮にこの様に名付ける）と、この実施の



形態 1 に示したような誘電率の低い円柱の周りを誘電率の高い円柱で囲んだ誘電体棒を構成要素としてフォトリック・バンド結晶構造を構成した I I 型導波路（仮にこの様に名付ける）とを比較すると、従来構成の I 型導波路では、E 波（電界の向きが誘電体棒の軸方向と同じ）に対してはギャップが開く、つまり伝搬しない周波数帯が存在するが、H 波（電界の向きが誘電体棒の軸方向と直交する方向）にはギャップが開かない。このため I 型導波路で高周波用導波路を形成しても伝送損失が大きくなる。

## 【 0 0 3 5 】

これに対して、この実施の形態 1 に示した I I 型導波路では、E 波、H 波共にギャップが開き、さらに高周波用導波路 1 0 においてはフォトリック・バンド結晶構造の格子間隔に対応したある特定の周波数で、E 波、H 波共にギャップが開き伝送損失の少ない高周波用導波路を構成することができる。

## 【 0 0 3 6 】

以上のようにこの実施の形態 1 の高周波用導波路は、第 1 誘電体壁 1 2 および第 2 誘電体壁 1 4 は中空のアルミナ円柱 1 8 の様な誘電体棒を基本要素として構成されるとともに、高周波伝搬領域 1 6 を誘電率の低い物質で構成したので、伝送損失を小さくできるとともに、簡単な工程で、また大量生産が可能となり、安価で伝送効率の良い高周波用導波路を構成することができる。

## 【 0 0 3 7 】

実施の形態 2.

図 4 はこの発明の他の一つの実施の形態に係る高周波用導波路の一部透過の部分斜視図である。図 5 は図 4 の V - V 断面における高周波用導波路の部分断面図、図 6 は図 4 の V I - V I 断面における高周波用導波路の断面図である。

図 4 において 3 0 は高周波用導波路、3 2 は金属壁としての金属円柱列で、3 2 a は金属円柱列 3 2 を構成する金属棒としての金属円柱である。この実施の形態 2 の金属円柱列 3 2 は、アルミナ円柱 1 8 と同じ直径、同じ長さの金属円柱 3 2 a を、第 1 誘電体壁 1 2 および第 2 誘電体壁 1 4 の外側に、第 1 誘電体壁 1 2 および第 2 誘電体壁 1 4 の最外層のアルミナ円柱 1 8 と三角格子配列をなすように配列されている。



## 【 0 0 3 8 】

この高周波用導波路 3 0 の製造方法は実施の形態 1 の高周波用導波路 1 0 の製造方法と基本的に同じであり、第 1 誘電体壁 1 2 および第 2 誘電体壁 1 4 を形成する際、その最外層にアルミナ円柱 1 8 と三角格子配列を構成するように、金属円柱 3 2 a を一層設ければよい。

高周波伝搬領域 1 6 の両側に配設された第 1 誘電体壁 1 2 および第 2 誘電体壁 1 4 は、フォトリック・バンド結晶構造に対応した周波数帯域の高周波の伝搬が禁止される。すなわちアルミナ円柱 1 8 の軸方向に対して垂直な電界成分をもつ平面電磁波に対しては、フォトリック・バンド結晶構造に対応した周波数帯域の高周波に対して全て反射し、高周波伝搬領域 1 6 を伝搬せざるを得ない。

## 【 0 0 3 9 】

しかしながら、高周波伝搬領域 1 6 を伝搬する高周波はアルミナ円柱 1 8 の軸方向に対して垂直方向の電界成分のみではなく、アルミナ円柱 1 8 の軸方向に平行な成分を持っておりこの成分は中空のアルミナ円柱 1 8 を通過することになる。

このアルミナ円柱 1 8 を通過する高周波成分を金属円柱 3 2 a で全て反射させることになる。このとき金属円柱列 3 2 には電流が流れて導体損となるが、これは周波数が高くなるにつれて減少するので、高い周波数ではそれほど問題にはならない。

## 【 0 0 4 0 】

この実施の形態 2 では、金属壁として金属円柱列 3 2 を用いたが、他の形状の断面を有する金属柱列でも良いし、板状の金属壁でも良い。

すなわち、この実施の形態 2 の高周波導波路では、フォトリック・バンド結晶構造を構成するアルミナ円柱 1 8 の軸方向に対して垂直方向の電界成分のみならず、軸方向に平行な電界成分をも反射する低損失な導波路壁を設けることにより、高周波の漏れの無い低損失な導波路を構成することができる。延いては安価で伝送効率の良い高周波用導波路を構成することができる。

## 【 0 0 4 1 】

## 【発明の効果】

この発明に係る高周波用導波路およびその製造方法は以上に説明したような構成を備え、また工程を含んでいるので、以下のような効果を有する。

この発明に係る高周波用導波路においては、誘電率の異なる複数の柱体が軸中心側の誘電率が低くなるように同心状に配設された所定の長さの誘電体棒が、この誘電体棒の軸中心が平面的な規則性を有するように複数層の層状に配設された第1の高周波反射壁と、この第1の高周波反射壁に誘電体を介して並行して対向するとともに、誘電率の異なる複数の柱体が軸中心側の誘電率が低くなるように同心状に配設された所定の長さの誘電体棒が、この誘電体棒の中心が平面的な規則性を有するように複数層の層状に配設された第2の高周波反射壁と、この第1、第2の高周波反射壁を構成する誘電体棒の端面を介して互いに対向し、第1、第2の高周波反射壁を構成する誘電体棒の両端面それぞれに結合された導体板と、を備えたもので、誘電体棒がフォトリソグラフィ構造を構成し、第1、第2の高周波反射壁が誘電体棒の軸方向に対して垂直な電界成分をもつ所定の周波数帯の高周波を全て反射し、放射損失が少なく伝送損失の少ない高周波用導波路とすることができる。延いては簡単な構成で伝送損失が少なく安価な高周波用導波路を構成することができる。

#### 【0042】

さらに、誘電体棒を円柱状としたもので、第1、第2の高周波反射壁の構成要素である誘電体棒の形状を簡単なものとすることができる。延いてはより簡単に安価な高周波用導波路を構成することができる。

#### 【0043】

さらに、誘電体棒を中空状としたもので、誘電体棒の軸中心側の誘電率の低い材料を空気とすることで誘電体棒の構成を簡単にすることができる。延いては簡単な構成で安価な高周波用導波路を構成することができる。

またさらに第1の高周波反射壁と第2の高周波反射壁との間の誘電体を空気としたもので、簡単な構成で伝送損失を少なくすることができる。延いては簡単な構成で伝送損失が少なく安価な高周波用導波路を構成することができる。

#### 【0044】

さらに、第1、第2の高周波反射壁それぞれの最外層の誘電体棒の外側に金属

壁をさらに配設したもので、金属壁により誘電体棒の軸方向に平行な電界成分をもつ高周波を反射することが出来る。延いては高周波の漏れが少なく伝送効率の良い高周波用導波路を構成することができる。

【0 0 4 5】

さらに、金属壁を、誘電体棒と同じ長さの金属棒が誘電体棒に沿って配設された金属棒列で構成したもので、金属壁を誘電体棒に沿って配列しやすい簡単な構成にすることが出来る。延いては安価で伝送効率の良い高周波用導波路を構成することができる。

【0 0 4 6】

またこの発明に係る高周波用導波路の製造方法においては、誘電率の異なる複数の柱体が軸中心側において誘電率が低くなるように同心状に配設された所定の長さの誘電体棒を、この誘電体棒の中心が平面的な規則性を有する複数層の層状に積層し、第1、第2の高周波反射壁を形成する工程と、第1、第2の高周波反射壁を所定の間隔をおいて並行して対向させ、これら第1、第2の高周波反射壁を構成する誘電体棒の端面を介して導体板を対向させ、第1、第2の高周波反射壁を構成する誘電体棒の両端面それぞれに導体板を結合する工程と、を含むもので、放射損失が少なく伝送損失の少ない高周波用導波路を簡単な工程で製造することができる。延いては伝送特性の良い高周波用導波路を安価に提供することができる。

【0 0 4 7】

さらに、第1、第2の高周波反射壁それぞれの最外層の誘電体棒の外側に金属壁を形成する工程をさらに含むもので、誘電体棒の軸方向に平行な電界成分をもつ高周波を反射することが出来る高周波用導波路を簡単な工程で製造することができる。延いては高周波の漏れが少なく伝送特性の良い高周波用導波路を安価に提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の一実施の形態に係る高周波用導波路の一部透過の部分斜視図である。

【図2】 この発明の一実施の形態に係る高周波用導波路の図1のⅠⅠ－Ⅰ

I 断面における部分断面図である。

【図 3】 この発明の一実施の形態に係る高周波用導波路の図 1 の I I I - I I I 断面における断面図である。

【図 4】 この発明の一つの実施の形態に係る高周波用導波路の一部透過の部分斜視図である。

【図 5】 この発明の一実施の形態に係る高周波用導波路の図 4 の V - V 断面における部分断面図である。

【図 6】 この発明の一実施の形態に係る高周波用導波路の図 4 の V I - V I 断面における断面図である。

【図 7】 従来の高周波用導波路の一部透過の部分斜視図である。

【図 8】 従来の高周波用導波路の図 7 の V I I I - V I I I 断面における部分断面図である。

【図 9】 従来の高周波用導波路の一部透過の部分斜視図である。

【図 1 0】 従来の高周波用導波路の図 9 の X - X 断面における部分断面図である。

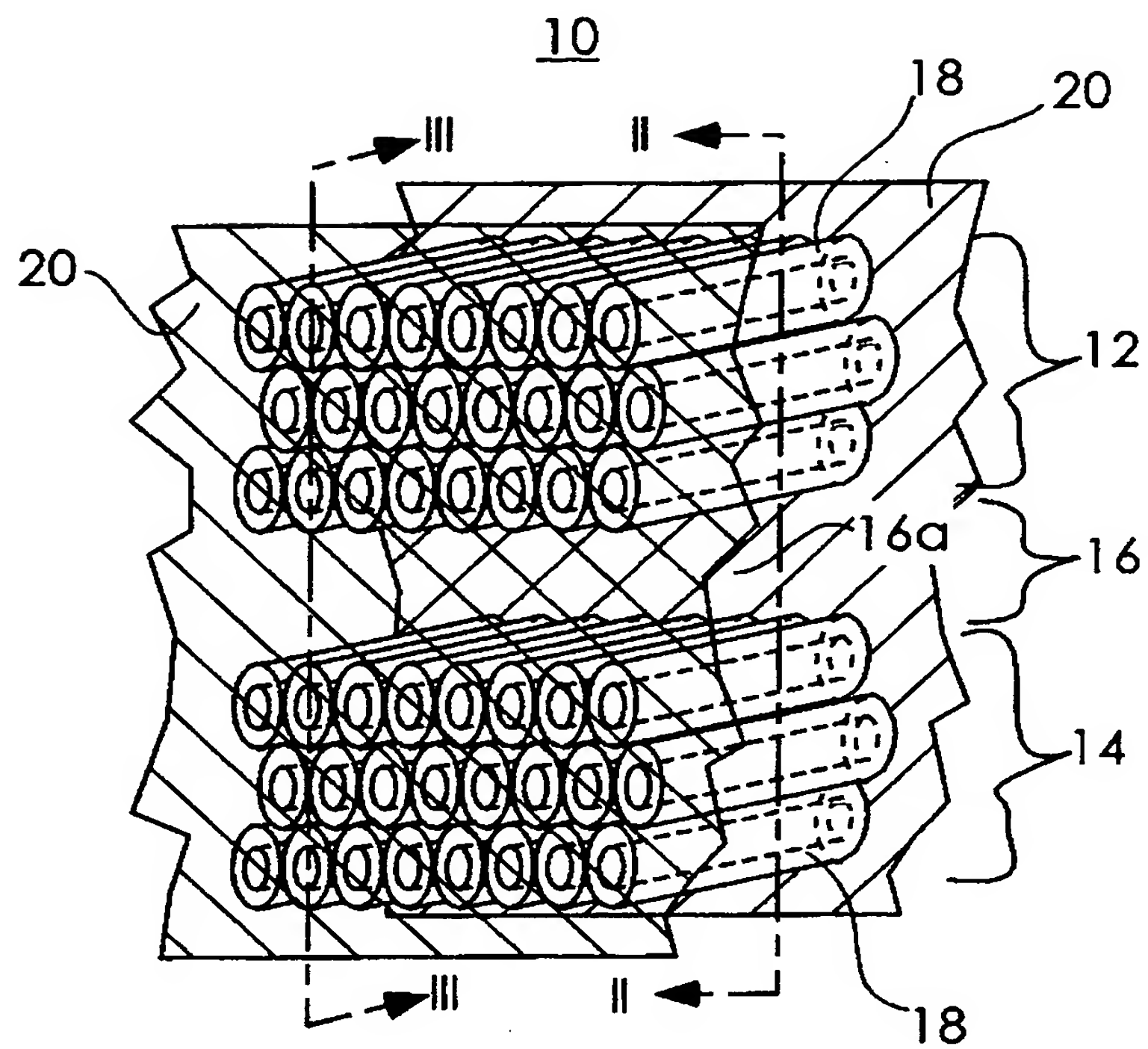
【図 1 1】 従来の高周波用導波路の図 9 の X I - X I 断面における部分断面図である。

【符号の説明】

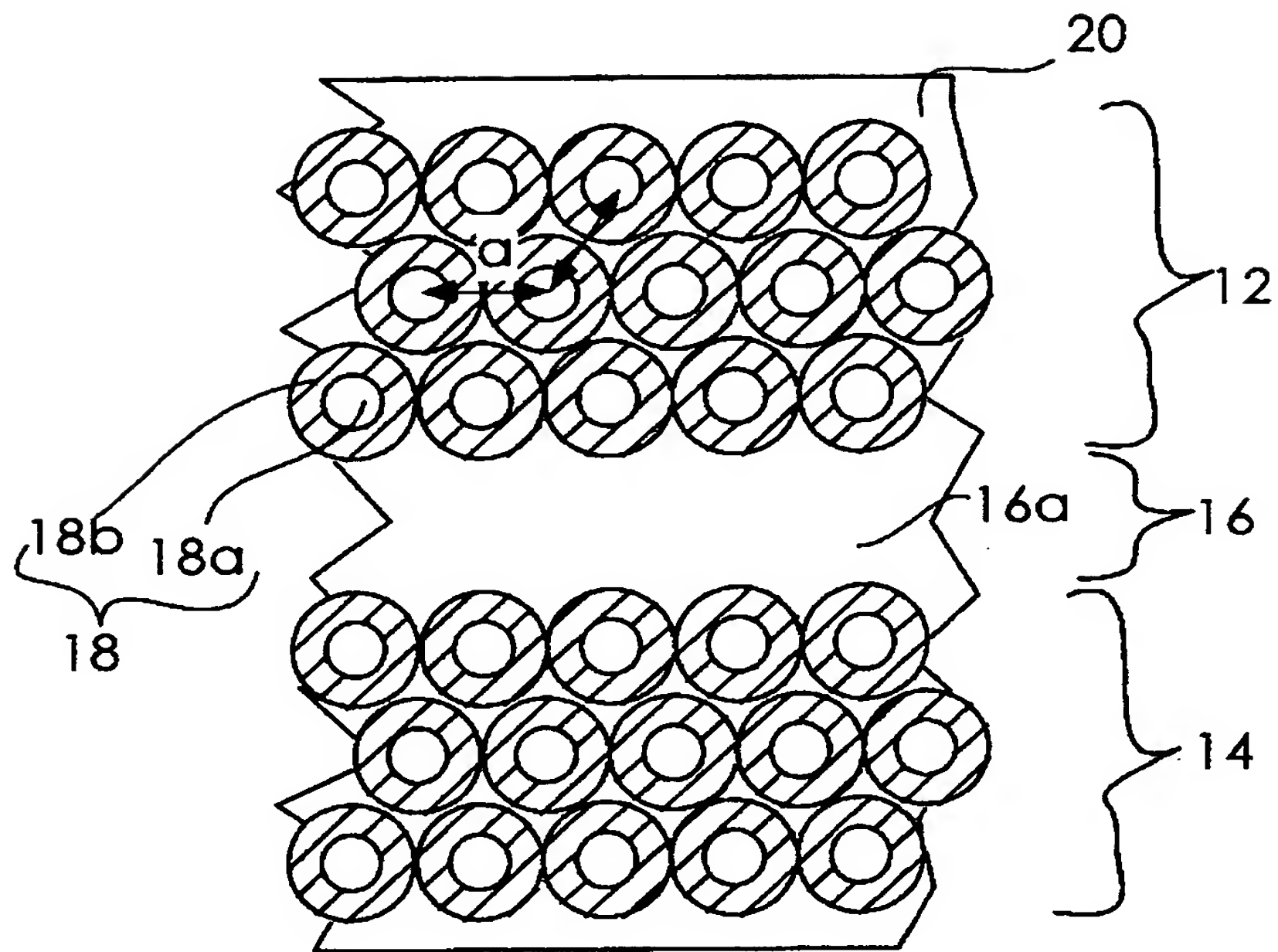
1 8 アルミナ円柱、 1 2 第 1 誘電体壁、 1 6 a 空気、 1 4 第 2 誘電体壁、 2 0 金属板、 3 2 金属円柱列、 3 2 a 金属円柱。

【書類名】 図面

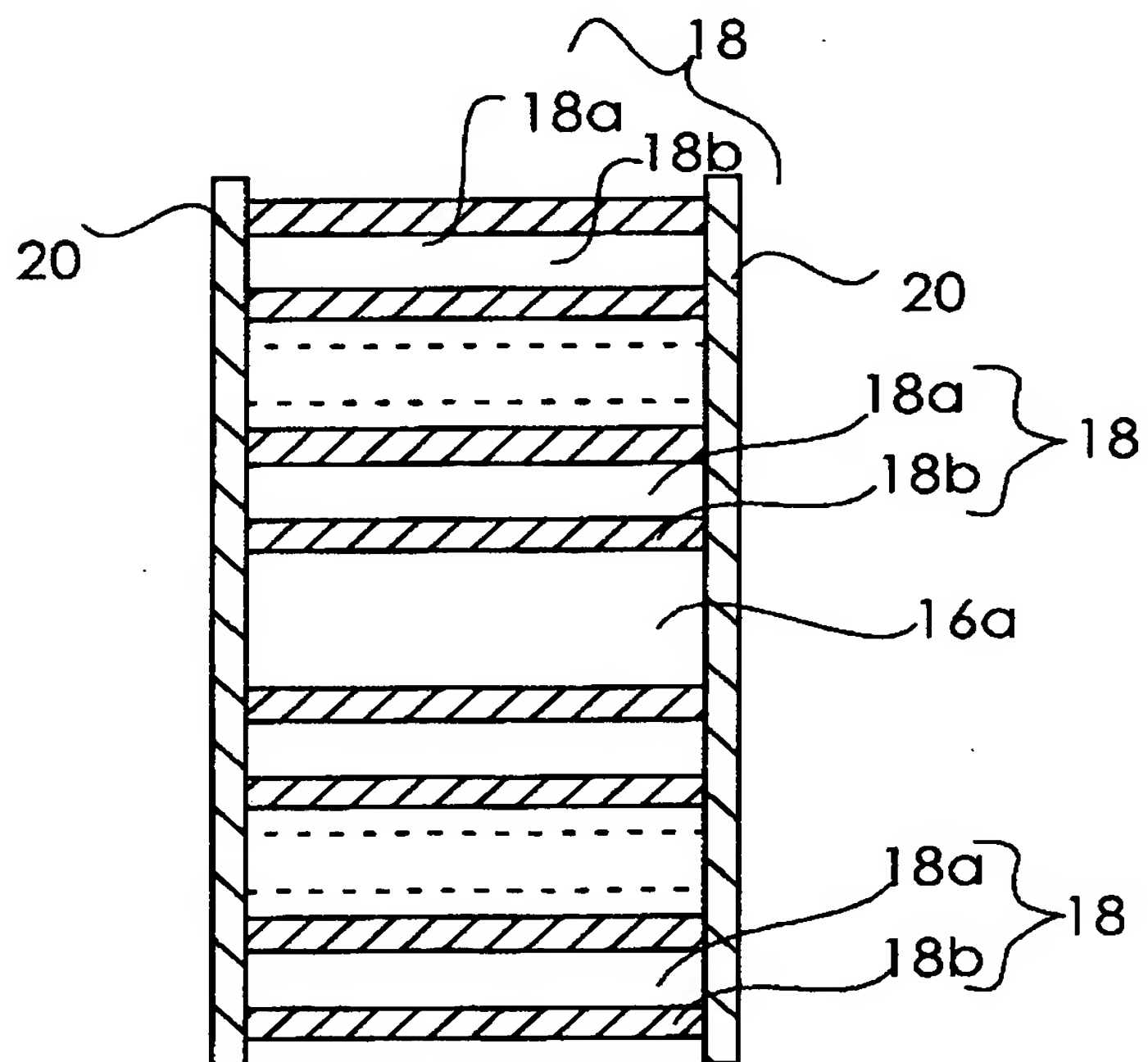
【図 1】



【図 2】

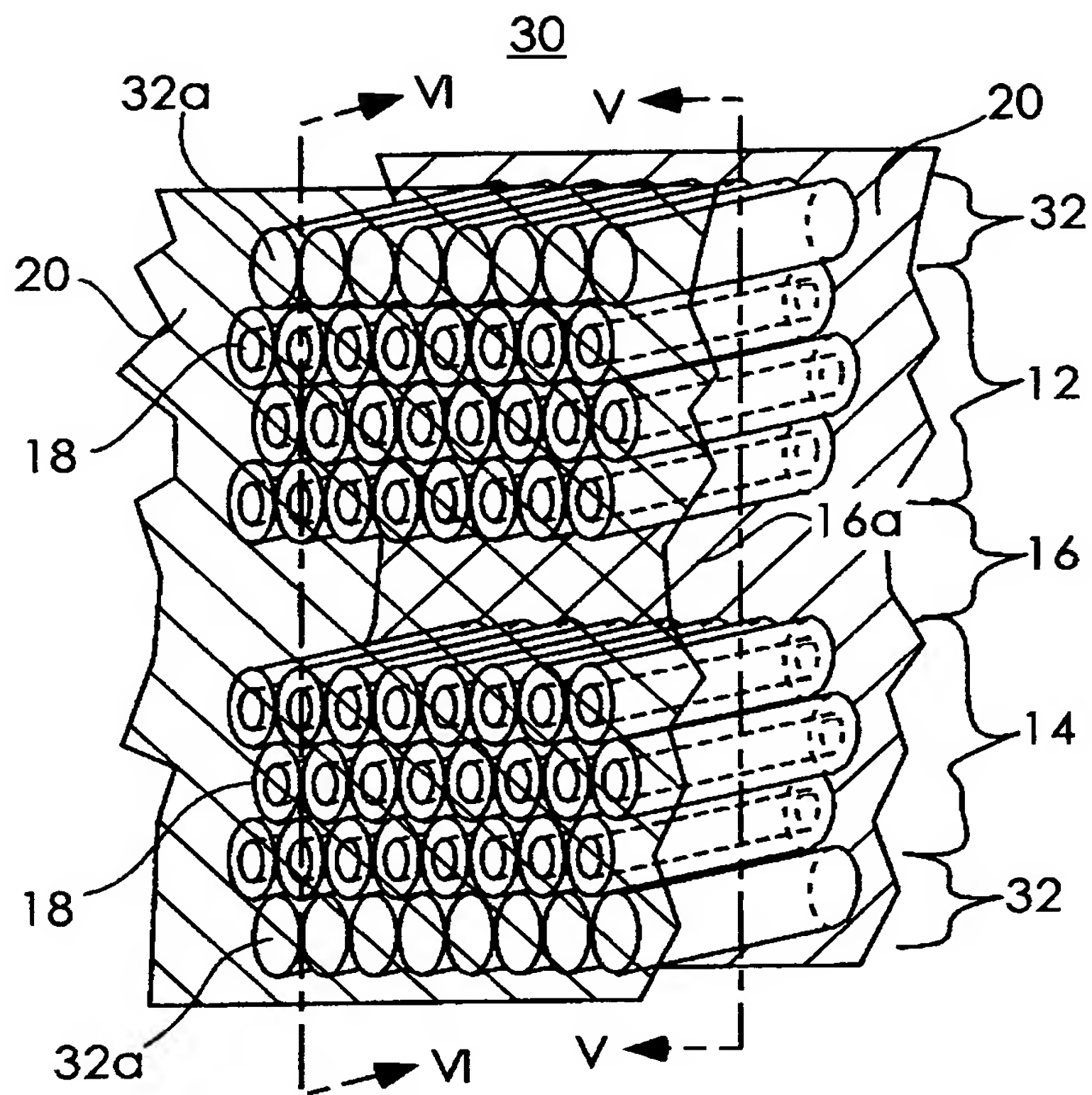


【図 3】

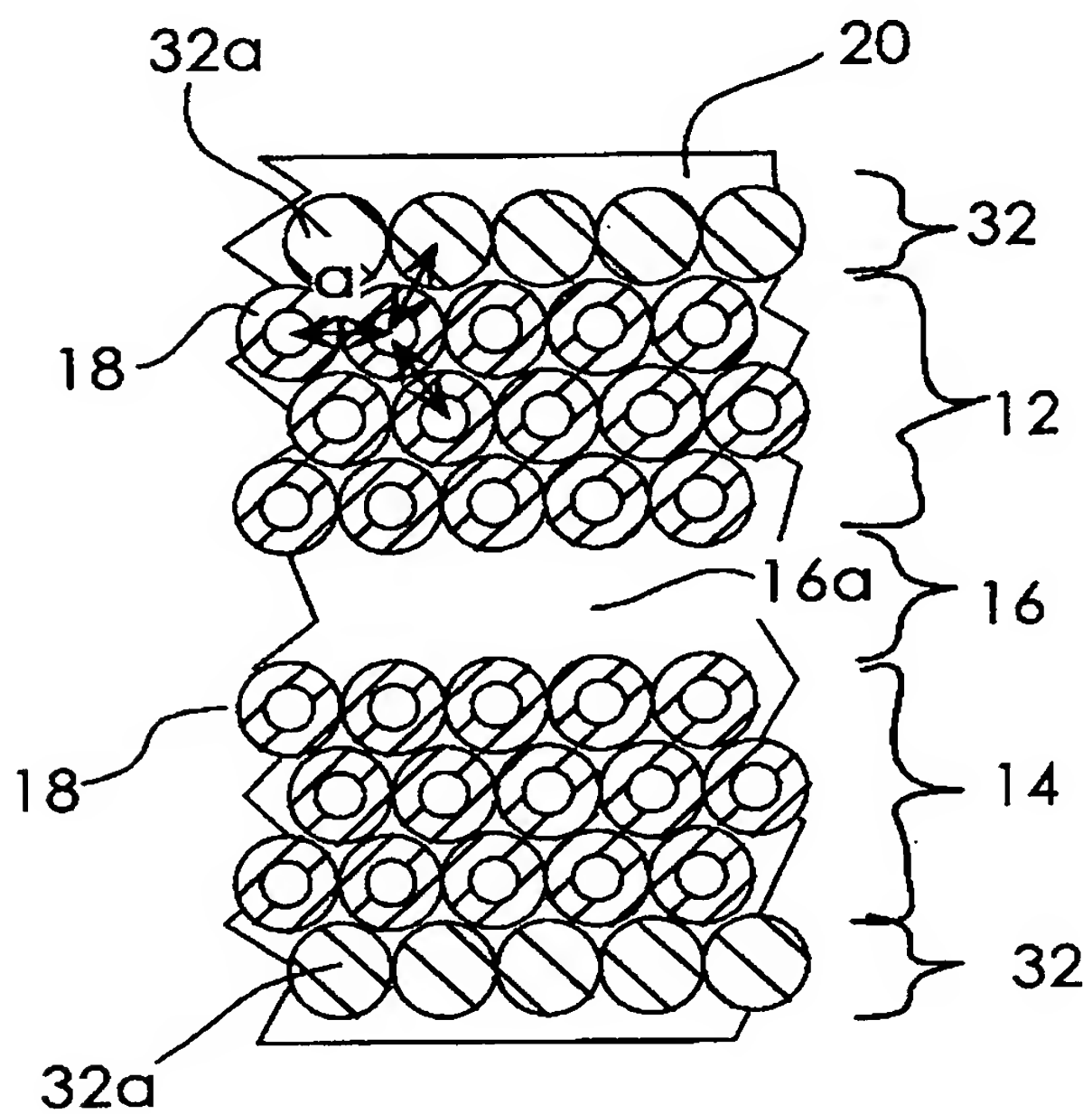




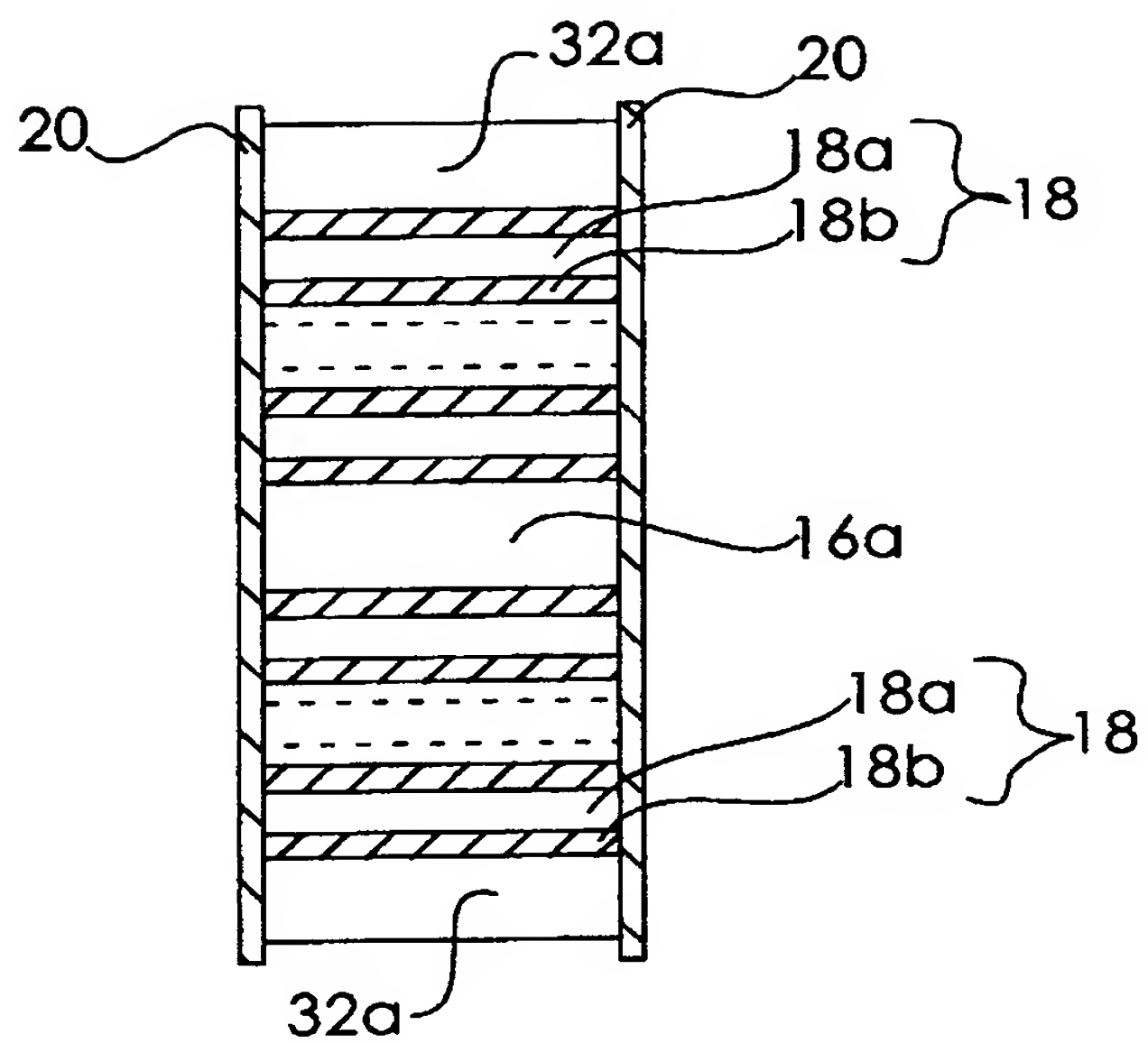
【図 4】



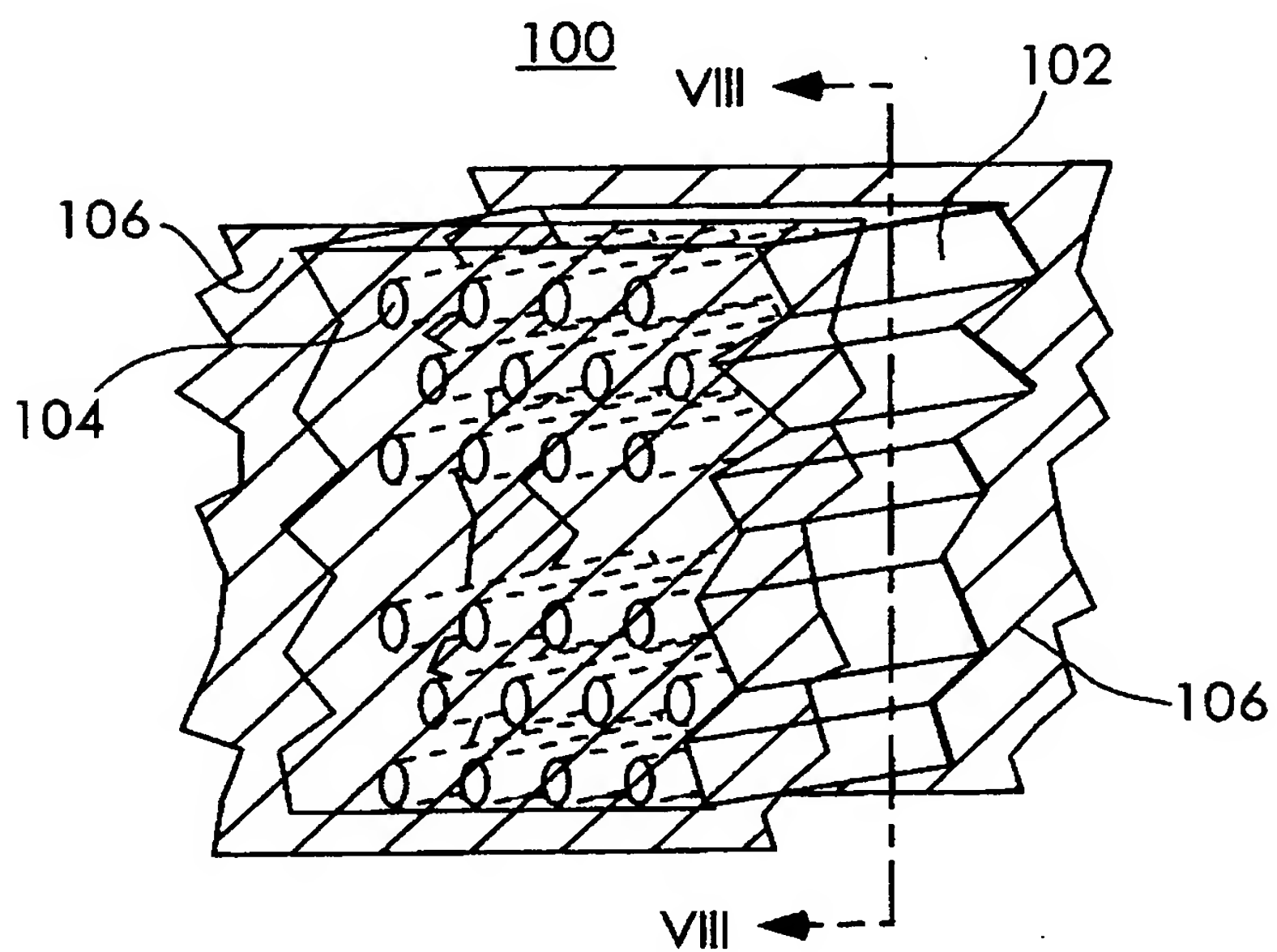
【図 5】



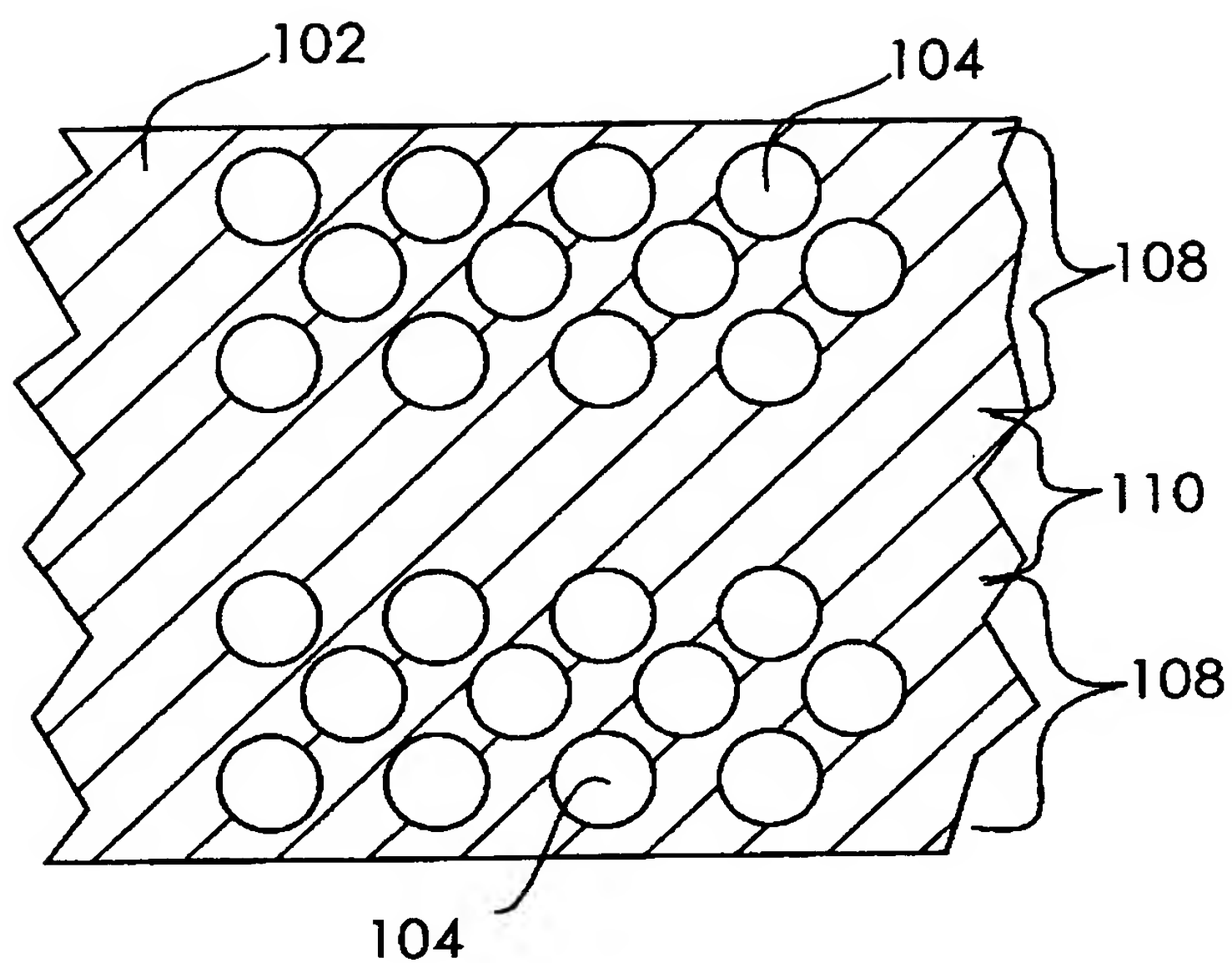
【図 6】



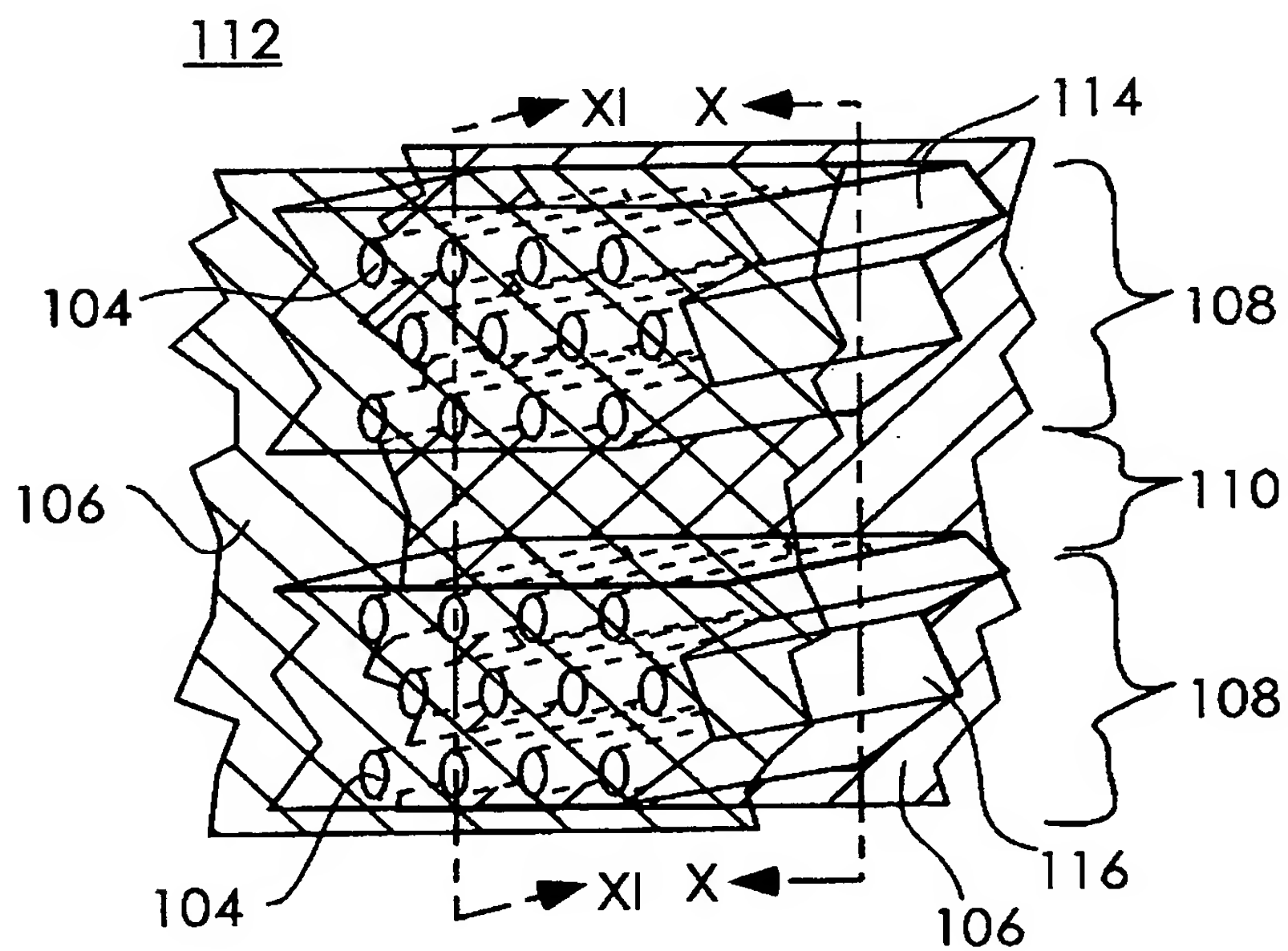
【図 7】



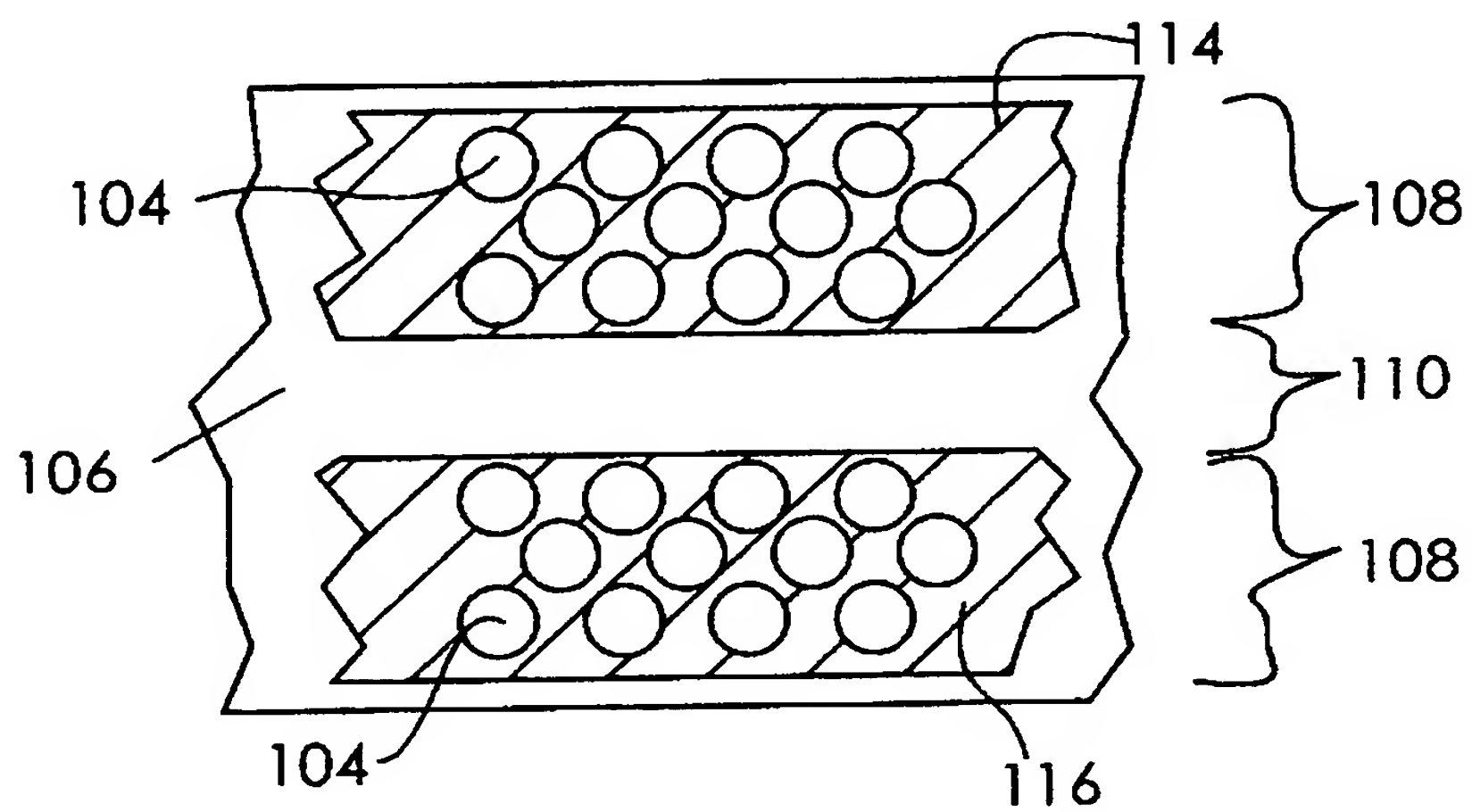
【図 8】



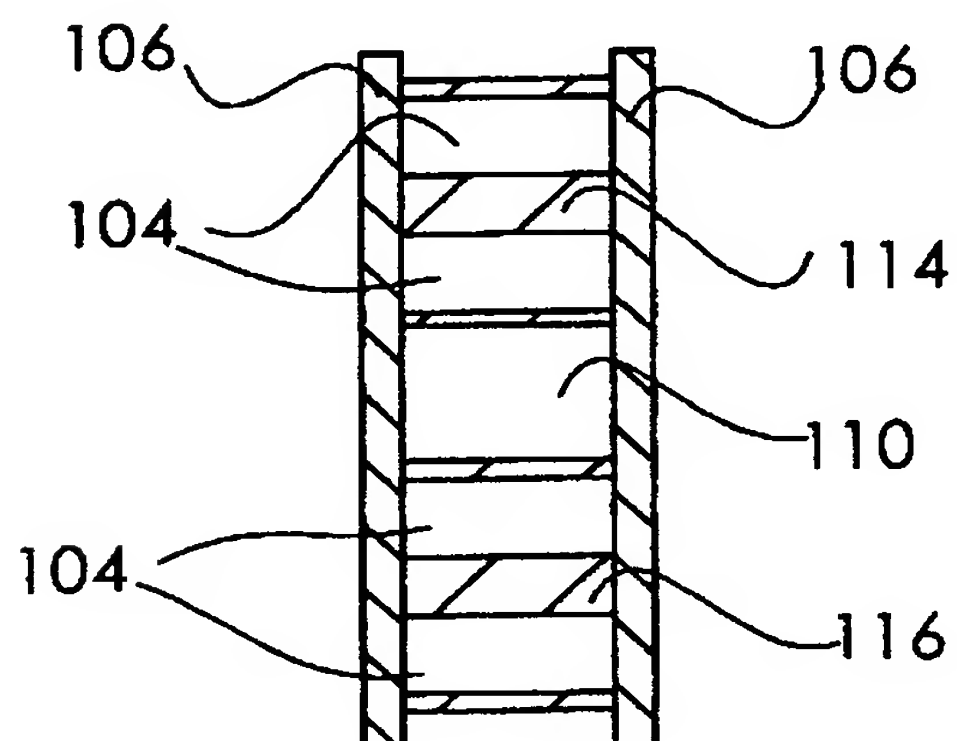
【図 9】



【図 1 0】



【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 安価で伝送損失の少ないフォトリック・バンド結晶構造の高周波導波路を提供する。

【解決手段】 中空のアルミナ円柱 1 8 を、このアルミナ円柱 1 8 の軸中心が平面的な三角格子配列を有するように層状に配設した第 1 誘電体壁 1 2 および第 2 誘電体壁 1 4 を、空気 1 6 a を介して互いに並行して対向させ、この第 1 誘電体壁 1 2 および第 2 誘電体壁 1 4 を構成するアルミナ円柱 1 8 の両端面を介して金属板 2 0 を互に対向させるとともに、第 1 誘電体壁 1 2 および第 2 誘電体壁 1 4 と金属板 2 0 とを接着することにより、放射損失が少なく安価で伝送損失の少ない高周波用導波路を構成した。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 6 0 1 3 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 4 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号  
氏 名 三菱電機株式会社